

UTILIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS EFICIENTES NA AGRICULTURA

Giovani Mansani de Araujo Avila¹, Gislaine Gabardo², Djalma Cesar Clock³, Osmair Silva de Lima Junior⁴

¹Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Ponta Grossa/PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Programa Voluntário de Iniciação Científica (PVIC/UniCesumar). giovani_mansani@hotmail.com

²Orientadora, Professora, Dra. Gislaine Gabardo, Departamento de Agronomia, UNICESUMAR. gislainegabardo2007@yahoo.com.br

³ Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Ponta Grossa/PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Programa Voluntário de Iniciação Científica (PVIC/UniCesumar). djalmaclock@gmail.com

⁴ Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Ponta Grossa/PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Programa Voluntário de Iniciação Científica (PVIC/UniCesumar). osmairsilvadelimajunior@gmail.com

RESUMO

O interesse no emprego de microrganismos em práticas agrícolas aumentou significativamente nos últimos anos, tanto na promoção de crescimento vegetal como no controle biológico de pragas e doenças de plantas entre outras aplicações. O uso de microrganismos eficientes (*Effective Microorganisms*, EM) na agricultura tem por objetivo acelerar a decomposição natural de matéria orgânica e promover o equilíbrio da flora microbiana contribuindo para o desenvolvimento das plantas. O presente trabalho de revisão de literatura, teve como objetivo abordar informações sobre o uso de metodologias de isolamento e multiplicação de EM, para obter de forma simples e sistêmica, a sua produção dentro da própria propriedade agrícola, contribuindo para o controle racional e sustentável de pragas e doenças aos agricultores. Além de abordar perspectivas futuras desta ferramenta biotecnológica e contribuir com a difusão de conhecimento sobre a utilização de EM, colaborando para a sustentabilidade de sistemas agrícolas. Os EM são potenciais substitutos de produtos químicos, podendo favorecer desta maneira a preservação do ambiente. Os EM são coletados a partir de solos férteis de matas por meio de metodologias simples e baratas, consistindo em uma ferramenta com potencial para ser utilizados tanto por agricultores familiares quanto em pequena e larga escala. A utilização de EM é uma técnica acessível e de baixo custo, além de ser fácil o preparo na propriedade.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenamento; Isolamento; Multiplicação; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A modernização da agricultura iniciou em meados da década de 1960 e proporcionou aumento na produtividade das lavouras brasileiras. Atualmente, o Brasil é considerado um dos maiores fornecedores de alimentos do mundo (SAATH & FACHINELLO, 2018). Sabendo que os recursos naturais são limitados, métodos de produção de alimentos mais sustentáveis são imprescindíveis para garantir a segurança alimentar da população em constante crescimento (GABARDO *et al.*, 2020, EMBRAPA, 2021, MACOSKI *et al.*, 2021, CLOCK *et al.*, 2021).

Desta forma, os microrganismos presentes no solo podem ser utilizados como uma ferramenta para disponibilizar nutrientes e proteger as plantas contra patógenos. São denominados microrganismos eficientes (*Effective Microorganisms*, EM), uma comunidade microbiana formada por fungos e bactérias oriundos de solos de mata e com potencial benéfico no desenvolvimento de plantas (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

O interesse no emprego de EM em práticas agrícolas aumentou significativamente nos últimos anos, pois tanto na promoção de crescimento vegetal como no controle biológico de pragas e doenças de plantas entre outras aplicações, eles se constituem em potenciais substitutos de produtos químicos, podendo favorecer desta maneira a preservação do ambiente (DOMENICO, 2019).

Os EM são coletados a partir de solos férteis de matas por meio de metodologias simples e baratas (BENITES *et al.*, 2010), consistindo em uma ferramenta com potencial para ser utilizados tanto por agricultores familiares quanto em pequena e larga escala. Em vista disso, e da crescente preocupação com os problemas ambientais gerados pelos processos de produção agrícolas empregados ao longo das últimas décadas, vê-se a

necessidade de pesquisas que apontem os reais benefícios dos EM sobre as plantas e sobre o solo (GOLEC *et al.*, 2007; MAYER *et al.*, 2010).

Outro fator relevante é a queda na eficiência dos produtos químicos, e o custo cada vez mais elevado tem impulsionado o mercado de insumos biológicos (DE MELO *et al.*, 2021). A pesquisa de novas metodologias de sistemas de produção é importante para tornar o controle microbiano de doenças e pragas agrícolas economicamente viável para ser aplicado. Novos resultados de pesquisa são sempre necessários e têm ajudado a aperfeiçoar técnicas de produção em pequena e larga escala, formulação, armazenamento e de aplicação no campo (ALVES & FARIA, 2010).

Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi reunir informações sobre o uso de metodologias de isolamento e ativação e utilização de microrganismos eficientes, para obter de forma simples e sistêmica, a sua produção, contribuindo para o controle racional e sustentável de pragas e doenças aos agricultores da região e as perspectivas futuras desta ferramenta biotecnológica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica sistemática em diferentes bases de dados eletrônicas científicas, através de descritores relacionados ao isolamento e produção de microrganismos “On Farm” no Brasil. A identificação e inclusão dos estudos foi realizada durante o primeiro e segundo semestre de 2021.

A pesquisa bibliográfica foi executada nas seguintes bases de dados eletrônicas: Periódico CAPES/MEC e Scientific Electronic Library Online-Scielo. As demais informações complementares foram obtidas a partir de uma busca de forma manual com base nas referências observadas e listadas nos artigos inclusos e em jornais no estudo de revisão sistemática. Por ser um tema atual, também podem ser inseridas fontes de textos de jornais e revistas.

As buscas foram conduzidas através da utilização de descritores, em português e em inglês, com base nos termos contidos nos títulos ou nas palavras chaves e resumos dos estudos. A combinação de termos utilizados juntos ou mesmo separados, nas respectivas bases de dados (Periódicos capes/MEC e Scielo) foram:

- “Microrganismos eficientes (Effective Microorganisms)”
- “Agentes de biocontrole (Biocontrol agents)”;
- “Bactérias endofíticas (Endophytic bacteria)”;
- “Fungos endofíticos (Endophytic fungi)”;
- “Microrganismos endofíticos (Endophytic microorganisms)”;
- “Interação entre microrganismos endofíticos e seus hospedeiros (Interaction between endophytic microorganisms and their hosts)”;
- “Microrganismos endofíticos em controle biológico de patogenias (Endophytic microorganisms in biological control of pathogens)”;
- “Aplicação de microrganismos endofíticos na agricultura (Application of endophytic microorganisms in agriculture)”;
- “Microrganismos endofíticos como agentes de biocontrole (Endophytic microorganisms as biocontrol agents)”;
- “Controle biológico microrganismos endofíticos (Biological control endophytic microorganisms)”;
- “Microrganismos eficientes (Efficient microorganisms)”;
- “Agricultura microrganismos eficientes (Agriculture efficient microorganisms)”;
- “Microrganismos eficientes benefícios (Efficient microorganisms benefits)”;

“Microrganismos benéficos (Beneficial microorganisms)”;
“Defensivos agrícolas biológicos (Biological pesticides)”;
“Microrganismos na agricultura (Microorganisms in agriculture)”;
“Microrganismos na agricultura controle (Microorganisms in control agriculture)”;
“Controle biológico microrganismos endofíticos (biological control endophytic microorganisms)”;
“Interesse econômico microrganismos endofíticos (Economic interest endophytic microorganisms)”;
“Potencial biotecnológico controle biológico (Biotechnological potential biological control)”;
“microrganismos endofíticos potencial biotecnológico (Biotechnological potential endophytic microorganisms)”;
“Compostos inseticidas microrganismos endofíticos (insecticidal compounds endophytic microorganisms)”.

Para seleção dos artigos ou textos de jornais, foi produzido um quadro com as seguintes informações a seguir: autor e ano escala geográfica de abrangência, desenho do estudo e principais resultados. Em seguida, foi realizada análise das informações obtidas mediante revisão sistemática, elaboração de artigo científico assim como publicação em revistas científicas e participação em eventos correlacionados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 MICRORGANISMOS EFICIENTES

Os microrganismos que vivem no interior de plantas e habitam de modo geral suas partes aéreas, como folhas e caules, mas não causam aparentemente nenhum dano a seus hospedeiros, são chamados de endofíticos. Além de exercerem diversas funções de importância para o hospedeiro, esses microrganismos são potencialmente úteis na agricultura e na indústria, sobretudo na farmacêutica e de defensivos agrícolas (DOS SANTOS & VARAVALLO, 2011).

Complexos mecanismos adaptativos, evolutivamente, vêm sendo desenvolvidos pelas plantas; muitos deles somente são possíveis graças às interações com os microrganismos, dos quais se destacam os endofíticos (PEIXOTO *et al.*, 2004). Eles foram mencionados pela primeira vez no início do século XIX, entretanto, foi apenas no final dos anos 70 do século XX, que eles começaram a ser tratados com maior ênfase em trabalhos científicos.

Estudos demonstraram que esses microrganismos possuem funções importantes para seus hospedeiros, pois apresentam interações simbióticas com o mesmo, e são capazes de proteger as plantas do ataque de insetos, de doenças e do ataque de mamíferos herbívoros por meio da produção de toxinas (AZEVEDO *et al.*, 2000). Os microrganismos endofíticos incluem principalmente fungos e bactérias que vivem no interior das plantas, habitando de modo geral suas partes aéreas, como folhas e caules, sem causar aparentemente nenhum dano a seus hospedeiros (ASSUMPÇÃO *et al.*, 2009).

Isso os diferencia dos microrganismos fitopatogênicos, que são prejudiciais às plantas e causam-lhes doenças. Eles são também distintos dos microrganismos epifíticos, que vivem na superfície dos órgãos e tecidos vegetais (SOUZA *et al.*, 2004). Os microrganismos endofíticos são potencialmente úteis à agricultura e à indústria, particularmente na alimentícia e farmacêutica; várias espécies selecionadas de endofitos apresentam potencial de emprego nas indústrias de defensivos agrícolas (DOS SANTOS & VARAVALLO, 2011).

Os microrganismos endofíticos são potenciais fontes de produtos naturais, bioativos e quimicamente novos, para a exploração na medicina, na agricultura e na indústria (STROBEL & DAISY, 2003; TEJESVI *et al.*, 2007). Tem havido crescente interesse nos estudos sobre a ocorrência, o potencial de colonização e a utilização de bactérias endofíticas para promoção de crescimento e controle biológico de doenças de plantas (HALLMANN *et al.*, 1997; AMORIM & MELO, 2002).

Bactérias em habitats naturais colonizam o interior e exterior de órgãos de plantas e podem ser benéficas, neutras ou prejudiciais ao seu crescimento (MARIANO *et al.*, 2004). A utilização de bactérias endofíticas na agricultura representa potencial inquestionável, mediante as primeiras publicações com endofíticos foi possível demonstrar que a presença desses microrganismos resultava na diminuição dos danos causados por fitófagos (OKI *et al.*, 2009).

As pesquisas indicam que as bactérias endofíticas não estão sujeitas à competição por nutrientes que normalmente ocorre na rizosfera, e têm maior eficiência do que bactérias colonizadoras da rizosfera na promoção do crescimento, absorção de água e na supressão de microrganismos deletérios, em razão de se encontrarem no interior do sistema radicular (AMORIM & MELO, 2002).

Estudos envolvendo microrganismos endofíticos na promoção de crescimento de plantas no Brasil já foram desenvolvidos com milho (*Zea mays*) e fumo (*Nicotiana tabacum*) (VARMA *et al.*, 1999), hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) (MUCCIARELLI *et al.*, 2003), maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) (LUZ *et al.*, 2006), pinha (*Annona squamosa*) (SILVA *et al.*, 2006), tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (BARRETTI *et al.*, 2008) e abacaxizeiro (*Ananas comosus*) (BALDOTTO *et al.*, 2010), apresentando respostas promissoras.

3.2 PROCESSO DE COLETA DE MICRORGANISMOS EFICIENTES

Os EM podem ser comprados comercialmente e/ou coletados na própria propriedade rural. Quando coletados na propriedade, os EM deverão ser capturados em solo saudável, solos de mata, na unidade agrícola (na terra onde mora a família), ou em área próxima. Os microrganismos eficientes de cada região estão mais adaptados às condições locais facilitando o processo de reconstrução do solo vivo (ANDRADE *et al.*, 2020).

Segundo o método de coleta de EM de Bonfim e colaboradores (2011), 700g de arroz cozido sem sal e sem tempero é colocado em uma garrafa pet cortada ao meio e colocado sob solo da mata e coberto por serapilheira, essas iscas podem ser retiradas após sete a 10 dias da instalação.

Pelo método de Andrade *et al.* (2020), para o preparo dos EM que seguiram o método de Bonfim e colaboradores (2011), porém segundo Andrade *et al.* (2020), primeiro é realizado a coleta do solo e da serapilheira com auxílio de um rastelo de jardim e enxada. Para tanto é necessário selecionar locais na mata em que a serapilheira está em estado mais avançado de degradação, além de se possível observar a presença fungos filamentosos. Com o auxílio do rastelo de jardim a serapilheira é separada do solo, retirada e armazenada em sacos plásticos. Posteriormente, o solo foi retirado com auxílio da enxada e também armazenado em sacos plásticos.

Após realizadas as coletas do solo e da serapilheira da mata, inicia-se a montagem das “iscas” para captura dos EM. As “iscas” são montadas em caixa organizadora de plástico com capacidade para 12 litros. Primeiramente é colocado uma camada de solo de aproximadamente 3 cm cobrindo todo o fundo da caixa, depois o solo é coberto com um pano de algodão previamente escaldado em água fervente por aproximadamente 5 minutos. Em seguida é colocado uma camada de 700 g de arroz cozido sem sal e sem tempero que serve como substrato para a captura dos EM conforme Bonfim *et al.* (2011).

Assim, o arroz é coberto por um pano de algodão previamente escaldado e a serapilheira colocada em cima até completar a capacidade máxima da caixa, por último a caixa deve vedada com um pano, para evitar a entrada de mosca e outros insetos. Após dez a quinze dias de incubação, os EM já devem ter colonizado o arroz. A coloração do arroz varia em função do tipo de mata onde foram capturados os microrganismos. Quanto mais diversificada e estruturada for a mata mais cores estarão presentes, quanto mais colorido melhor. Depois de capturados os EM, deve-se realizar a ativação.

3.3 ATIVAÇÃO E ARMAZENAMENTO

A etapa de ativação dos EM é realizada após a captura dos EM uma vez que as diferentes comunidades de microrganismos devem coexistir em meio líquido. Para a ativação, distribuir o arroz colorido em mais ou menos 5 garrafas de plástico de 2 litros. Colocar 200 ml de melão em cada garrafa e completar as garrafas com água limpa (sem cloro) ou água de arroz.

Fechar as garrafas e deixar à sombra por 10 a 20 dias. Liberar o gás (abrir a tampa) armazenado nas garrafas, de 2 em 2 dias. Coloque a tampa e aperte a garrafa pelos lados retirando o ar que ficou dentro da garrafa (a fermentação deve ser anaeróbica, ou seja, sem ar, sem presença do Oxigênio). Aperte bem a tampa (ANDRADE *et al.*, 2020).

O gás formado pela fermentação deve ser liberado diariamente. Os microrganismos eficientes estão prontos quando cessa a formação de gás e o pH das soluções está entre os valores de 3,2 e 3,5. (TANYA & LEIVA, 2019).

O EM tem coloração colorida a alaranjada. Pode ser mais clara ou mais escura, o que depende da matéria-prima, não implicando, porém, na qualidade do produto. O cheiro é doce agradável. No caso de haver mau cheiro, o EM não deve ser usado. Depois de pronto, pode ser armazenado por até 1 ano.

Alguns cuidados devem ser seguidos nesta etapa, como a água tratada com cloro (água de rua, água de cidade) deve ser previamente colocada em recipiente destampado. Somente após 24 horas a água poderá ser usada. Isso porque o cloro mata os microrganismos. A água de mina é usada diretamente (ANDRADE *et al.*, 2020).

O melado (pode ser substituído por caldo de cana) é alimento dos microrganismos. Por isso faz crescer a comunidade microbiana ativa que pelas reações de fermentação, produzem ácidos orgânicos, hormônios vegetais (giberelinas, auxinas e citocinina), além de vitaminas, antibióticos e polissacarídeos, enriquecendo a solução (SOUZA *et al.*, 2015).

3.4 COMPOSIÇÃO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES

Os microrganismos eficientes são seres muito pequenos (fungos e bactérias) que vivem naturalmente em solos férteis e em plantas. As culturas de microrganismos eficientes são formadas por diferentes grupos de microrganismos encontrados no solo, sendo eles as bactérias ácido lácticas, as leveduras, as bactérias fotoautotróficas, os fungos fermentadores e os actinomicetos. Adicionalmente, a microbiota do solo é muito variável, uma vez que o solo não pode ser considerado como um ambiente único e homogêneo. Este ambiente está sujeito a fatores bióticos e abióticos que interferem na comunidade microbiana em cada parcela do solo (FIERER, 2017).

Bactérias do filo Firmicutes são encontradas no solo de modo habitual (CARDOSO; ANDREOTE, 2016), e desempenham importantes funções de interesse agrícola. Predomínio do gênero *Bacillus* foi observado por Bomfim (2011), espécies desse gênero são amplamente relatados como promotores de crescimento vegetal pois são capazes de sintetizar fitohormônios como as auxinas (BATISTA, 2017) que atuam no desenvolvimento e crescimento das plantas. Outro importante gênero relatado é o *Lactococcus*, bactérias deste gênero produzem substâncias antimicrobinas, entre elas o ácido láctico, que

contribuem para a supressão de agentes patogênicos (BOMFIM, 2011; TANYA & LEIVA, 2019).

Tanya & Leiva (2019) buscou caracterizar a comunidade microbiana de EM de origem caseira e comercial, os resultados apontam que os três EM analisados compartilharam os filos Actinobacterias, Proteobacteria, Synergistetes, além do filo Firmicutes. Em ambos os trabalhos é possível verificar o predomínio de comunidades bacterianas em relação a comunidade fúngica, além de verificar alguns gêneros bacterianos prevalentes em todos os EM avaliados (core microbiano). Sendo este core microbiano composto basicamente por microrganismos do gênero *Bacillus*, *Streptomyces*, e *Staphylococcus*.

Contudo, Santoyo *et al.* (2016) não observou a presença de fungos por meio da metagenômica no EM comercial. E, ainda, com relação a esta comunidade fúngica não foi observada o compartilhamento de unidades taxonômicas operacionais (OTUs) entre os EM caseiros coletados. Desta forma é possível constatar que apesar de poucos estudos sobre as comunidades microbianas que compõem os EM observa-se que fatores como tipo de coleta e solo de origem influenciam a composição dos EM.

Iriti *et al.* (2019) apontam que as culturas de microrganismos eficientes são compostas principalmente por bactérias ácido lácticas. Essas bactérias possuem funções biotecnológicas importantes aplicadas a agricultura pois produzem antimicrobianos e atuam decompondo a matéria orgânica (BONFIM *et al.*, 2011;). O ácido láctico produzido por essas bactérias atua na solubilização do fosfato, nutriente importante para o crescimento e desenvolvimento de plantas (CUI *et al.*, 2021).

Como já relatado a composição dos EM pode ser variável a depender do local de coleta, mas mantem comunidades centrais (ANDARADE *et al.*, 2020), capazes de sintetizar antimicrobianos como algumas bactérias do gênero *Bacillus* e as Actinobactérias (BARKA *et al.*, 2016). Estes antimicrobianos são de grande importância agrônoma e devem ser explorados como um mecanismo de ação contra patógenos que afetam as principais culturas, buscando assim propiciar meios sustentáveis substituindo tratamentos químicos nas lavouras pela utilização de produtos biológicos.

3.5 CUIDADOS AO GUARDAR E APLICAR O EM

Guardar em local fresco e ventilado. Utilizar a solução no mesmo dia de preparo, preferencialmente. Não pulverizar em horário de sol forte, fazer as pulverizações pela manhã, bem cedinho, no final da tarde ou em dias nublados (ANDRADE *et al.*, 2020).

Os microrganismos são muito sensíveis à seca, por isso, no período do verão, quando a insolação é muito forte, a aplicação deve ser feita ao entardecer ou em dias nublados. O ideal é aplicar antes e depois da chuva, quando o solo está úmido. Se a aplicação do EM queimar as bordas das folhas utilize concentração menor (SOUZA *et al.*, 2015).

Não utilizar água clorada (de cidade) imediatamente. Separar o recipiente com água e após 24 horas obter a solução de EM. As aplicações de EM podem ser feitas em conjunto com biofertilizantes. O pulverizador ou o regador utilizado com agrotóxico deve ser lavado com água e sabão, diversas vezes, até sair todo o veneno. Se possível compre novo, separe e deixe só por conta do EM (SANTOYO *et al.*, 2016).

A aplicação de EM terá melhores resultados se forem observadas outras técnicas da Agricultura Orgânica, como: cobertura do solo com palha, adição de matéria orgânica (adubação verde, compostagem, biofertilizante), o bom manejo conservacionista do solo, rotação e consorciação de culturas, entre outras práticas (IRITI *et al.*, 2019; EMBRAPA, 2021).

3.6 PERSPECTIVAS FUTURAS DESTA FERRAMENTA BIOTECNOLÓGICA.

Os microrganismos eficientes, por se constituírem em potenciais substitutos de produtos químicos, ao exercerem ações de biocontrole e/ou promoção de crescimento de plantas, favorecendo a preservação do ambiente, vem sendo apontados como alternativa viável para sistemas de produção agrícola ecológica e economicamente sustentáveis

O Brasil tem um vasto potencial para produção e uso de biopesticidas, no entanto, dentre os aspectos que justificam a baixa exploração desse setor, está o alto custo dos produtos comerciais e a limitada disponibilidade.

Diante desse cenário pouco favorável ao uso de produtos biológicos faz-se necessário desenvolver e promover tecnologias sociais que possam ampliar o acesso e o uso de agentes biológicos nas lavouras brasileiras.

Sabendo que os microrganismos eficientes representam uma importante ferramenta para agricultura agroecológica e conseqüentemente para o desenvolvimento sustentável da agricultura algumas perspectivas de trabalhos são sugeridas como a caracterização das comunidades de diferentes locais de origem dos EM preparados de maneira caseira, e a caracterização da comunidade rizosférica após a inoculação de EM com o intuito de identificar e determinar o core microbiano.

Há necessidade de trabalhos que avaliem protocolos de dosagem e tempo, para EM. Sabendo de todos os benefícios dos EM para as plantas são necessárias pesquisas que demonstrem a sua eficiência na defesa vegetal.

4 CONCLUSÃO

Estamos em uma nova era na agricultura, com o uso de agentes microbiológicos como promotores de crescimento e como agentes no controle biológico de doenças e pragas nas lavouras. A coleta e uso de isolados em lavouras comerciais (orgânicas e convencionais) podem ser uma eficiente estratégia de controle devido a estas populações serem naturalmente adaptadas ao ambiente local e especificamente agressivas sobre comunidades de patógenos presentes naquela área agrícola. Essa nova técnica pode contribuir com o uso intensivo destes isolados regionais os quais possuem maior adaptação às macros e micro condições da produção agrícola local.

Assim, espera-se que nossos resultados ressaltem o forte potencial dessa ferramenta de controle biológico ser praticada por agricultores e da possibilidade real de isolar fungos e bactérias de forma simples a partir do solo da própria fazenda.

Essa tecnologia também cria possibilidade dos agricultores se associarem a centros de pesquisas regionais que permitam quantificar o nível de diversidade destes agentes biológicos no campo para desenvolvimento de estratégias específicas de manejo de doenças e pragas em diferentes agroecossistemas.

Por se constituírem em potenciais substitutos de produtos químicos, ao exercerem ações de biocontrole e/ou promoção de crescimento de plantas, favorecendo a preservação do ambiente, vem sendo apontados como alternativa viável para sistemas de produção agrícola ecológica e economicamente sustentáveis.

Espera-se com este trabalho difundir informações sobre a produção de bioinsumos, contribuindo para a viabilidade deste sistema de produção tanto para a agricultura orgânica quanto sustentável. A utilização de EM é uma técnica acessível e de baixo custo, além de ser fácil o preparo na propriedade.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. T.; FARIA, M. **Pequeno manual sobre fungos entomopatogênicos**. Planaltina (DF), Embrapa Cerrados, 26-31, 2010.
- ANDRADE, F. D.; BONFIM, F.; HONÓRIO, I.; REIS, I.; PEREIRA, A. D. J.; SOUZA, D. D. B. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM)**: instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. 3. ed. Departamento de Fitotecnia Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 32, 2020.
- AMORIM, E. P. D. R.; MELO, I. S. D. Ação antagônica de rizobactérias contra *Phytophthora parasitica* e *P. citrophthora* e seu efeito no desenvolvimento de plântulas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 24(2), 565-568, 2002.
<https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000200058>.
- ASSUMPÇÃO, L. D. C.; LACAVA, P. T.; DIAS, A. C. F.; AZEVEDO, J. L. D.; MENTEN, J. O. M. Diversidade e potencial biotecnológico da comunidade bacteriana endofítica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44(5), 503-510, 2009.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000500010>.
- AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI JR, W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. **Electronic Journal of Biotechnology**, 3(1), 15-16, 2000.
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-34582000000100004&script=sci_arttext&tlng=n.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; OLIVARES, F. L.; VIANA, A. P.; BRESSAN-SMITH, R. (2010). Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cultivar Vitória durante a aclimatização. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34(2), 349-360, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000200008>.
- BARKA, E. A.; VATSA, P.; SANCHEZ, L.; GAVEAU-VAILLANT, N.; JACQUARD, C.; KLENK, H. P.; VAN WEZEL, G. P. Taxonomy, physiology, and natural products of Actinobacteria. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, 80(1), 1-43, 2016.
<https://doi.org/10.1128/MMBR.00019-15>.
- BARRETTI, P. B.; SOUZA, R. M. D.; POZZA, A. A. A.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. D.; SOUZA, J. T. D. Aumento da eficiência nutricional de tomateiros inoculados com bactérias endofíticas promotoras de crescimento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32(4), 1541-1548, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400018>
- BATISTA, B. D. **Promoção de crescimento vegetal por Bacillus sp. RZ2MS9**: dos genes ao campo (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo), 2017.
- BENITES, V. D. M.; MOUTTA, R. D. O.; COUTINHO, H. L. D. C.; BALIEIRO, F. D. C. Análise discriminante de solos sob diferentes usos em área de Mata Atlântica a partir de atributos da matéria orgânica. **Revista Árvore**, 34(4), 685-690, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000400013>.
- BONFIM, F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; REIS, I. L.; PEREIRA, A. J.; SOUZA, D. B. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM)**: instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia, 2011. 32 p.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2. ed. Edição. Piracicaba/SP: ESALQ, 2016.

CLOCK, D. C.; GABARDO, G.; DA LUZ, J. R.; ARAUJO AVILA, G. M. Diagnosis of clinical and subclinical mastitis in a rural property in Carambeí, State of Paraná. **Research, Society and Development**, 10(3), e32310313411-e32310313411, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13411>

CUI, Q.; XIA, J.; YANG, H.; LIU, J.; SHAO, P. Biochar and effective microorganisms promote *Sesbania cannabina* growth and soil quality in the coastal saline-alkali soil of the Yellow River Delta, China. **Science of The Total Environment**, 756, 143801, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143801>.

DE MELO, T. A.; SOUZA SERRA, I. M. R. Efeito do extrato hidroalcoólico e do óleo de nim (*Azadirachta indica*) sobre o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e na resistência induzida de quiabeiros à fusariose. **Research, Society and Development**, 10(2), e7110212357-e7110212357, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12357>.

DOMENICO, P. (2019). Effective microorganisms for germination and root growth in *Kalanchoe daigremontiana*. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, 3(3), 047-053. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2019.3.3.0074>

DOS SANTOS, T. T.; VARAVALLO, M. A. Aplicação de microrganismos endofíticos na agricultura e na produção de substâncias de interesse econômico. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, 32(2), 199-212, 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2011v32n2p199>.

DOURADO, E. D. R. **Microrganismos Eficientes (EM) no tratamento de sementes de milho**, 2018.

EMBRAPA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. EMBRAPA, 2018. 212 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/o-futuro-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 22 mar. 2021.

FIERER, N. Embracing the unknown: disentangling the complexities of the soil microbiome. **Nature Reviews Microbiology**, 15(10), 579-590, 2017. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.87>

GABARDO, G.; PRIA, M. D.; SILVA, H. L. D.; HARMS, M. G. Produtos alternativos no controle da ferrugem asiática da soja e sua influência no desfolhamento, produtividade e componentes de rendimento. **Summa Phytopathologica**, 46(2), 98-104, 2020. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/231561>.

GOLEC, A. F. C.; PÉREZ, P. G.; LOKARE, C. Effective microorganisms: myth or reality?. **Revista Peruana de Biología**, 14(2), 315-319, 2007. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v14n2/a26v14n02>.

HOYOS, D.; ALVIS, N.; JABIB, L.; GARCÉS, M.; PÉREZ, D.; MATTAR, S. Utility of effective microorganisms em® in an avian farm of cordoba: Productives parameters and enviromental control. **Revista Mvz Cordoba**, 13(2), 1369-1379, 2008. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682008000200013

HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; MAHAFFEE, W. F.; KLOEPPER, J. W. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian journal of microbiology*, 43(10), 895-914, 1997. <https://doi.org/10.1139/m97-131>.

IRITI, M.; SCARAFONI, A.; PIERCE, S.; CASTORINA, G.; VITALINI, S. Soil application of effective microorganisms (EM) Maintains leaf photosynthetic efficiency, increases seed yield and quality traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown on different substrates. **International Journal of Molecular Sciences**, 20(9), 2327, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijms20092327>.

JALIL, S. A.; HAYAT, A.; MAJEED, S. H.; ABBAS, M.; NOMAN, M. I.; KASANA M.M.; HUSSAIN. Residual effect of rock phosphate, farmyard manure and effective microorganisms on nutrient uptake and yield of wheat. **Sarhad Journal of Agriculture**, 33(2): 282-287, 2017. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2017/33.2.282.287>.

LUZ, J. S.; OLIVEIRA, R. L.; SILVEIRA, E. B.; CAVALCANTE, U. M. T. Atividade enzimática de fungos endofíticos e efeito na promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga**, 19(2), 128-134, 2006. <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117566005.pdf>.

MACOSKI, N.; GABARDO, G.; CLOCK, D. C.; ARAUJO, G. M.; AVILA, A. K. C. Application of Calcium and Sulfur in the Severity of *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, 8, 1, 2021. <https://doi.org/10.22161/ijaers.81.1>.

MARIANO, R. D. L. R.; SILVEIRA, E. B.; ASSIS, S. M. P.; GOMES, A. M. A.; NASCIMENTO, A. R. P.; DONATO, V. M. T. S. **Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável**. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, 1, 89-111, 2004. <http://200.17.137.114/index.php/apca/article/view/70>.

MAYER, J.; SCHEID, S.; WIDMER, F.; FLIEßBACH, A.; OBERHOLZER, H. R. How effective are 'Effective microorganisms (EM)'? Results from a field study in temperate climate. **Applied Soil Ecology**, 46(2), 230-239, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.08.007>.

MUCCIARELLI, M.; SCANNERINI, S.; BERTEA, C.; MAFFEI, M. In vitro and in vivo peppermint (*Mentha piperita*) growth promotion by nonmycorrhizal fungal colonization. **New Phytologist**, 158(3), 579-591, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00762.x>.

OKI, Y.; SOARES, N.; BELMIRO, M. S.; JUNIOR, A. C.; FERNANDES, G. W. The influence of the endophytic fungi on the herbivores from *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). **Neotropical Biology and Conservation**, 4(2), 83-88, 2009. <https://doi.org/10.4013/5119>.

PEIXOTO, P. A. N. S.; AZEVEDO, J. L.; CAETANO, L. C. Microrganismos endofíticos em plantas: status atual e perspectivas. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y aromáticas**, 3(4), 69-72, 2004. <https://www.redalyc.org/pdf/856/85630404.pdf>

- SAATH, K. C. D. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 56(2), 195-212, 2018. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>
- SANTOYO, G.; MORENO-HAGELSIEB, G.; DEL CARMEN OROZCO-MOSQUEDA, M.; GLICK, B. R. Plant growth-promoting bacterial endophytes. **Microbiological Research**, 183, 92-99, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>.
- SCHLATTER, D.; KINKEL, L.; THOMASHOW, L.; WELLER, D.; PAULITZ, T. Disease suppressive soils: new insights from the soil microbiome. **Phytopathology**, 107(11), 1284-1297, 2017. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-17-0111-RVW>
- SILVA, R. L. D. O.; LUZ, J. S.; SILVEIRA, E. B. D.; CAVALCANTE, U. M. T. Fungos endofíticos em *Annona* spp.: isolamento, caracterização enzimática e promoção do crescimento em mudas de pinha (*Annona squamosa* L.). **Acta Botanica Brasilica**, 20(3), 649-655, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000300015>
- SOUZA, R. D.; AMBROSINI, A.; PASSAGLIA, L. M. Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and molecular biology*, 38(4), 401-419, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1415-475738420150053>.
- STROBEL, G.; DAISY, B. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, 67(4), 491-502, 2003. <https://doi.org/10.1128/MMBR.67.4.491-502.2003>.
- TANYA MOROCHO, M.; LEIVA-MORA, M. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. **Centro Agrícola**, 46(2), 93-103, 2019. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso. ISSN 2072-2001.
- TEJESVI, M. V.; NALINI, M. S.; MAHESH, B.; PRAKASH, H. S.; KINI, K. R.; SHETTY, H. S.; SUBBIAH, V. New hopes from endophytic fungal secondary metabolites. **Bol Soc Quím Méx**, 1(1), 19-26, 2007. https://www.researchgate.net/profile/Mysore-Tejesvi/publication/268428165_New_hopes_from_endophytic_fungal_secondary_metabolites/links/552d5df80cf21acb092173c1/New-hopes-from-endophytic-fungal-secondary-metabolites.pdf.
- TOJU, H.; PEAY, K. G.; YAMAMICHI, M.; NARISAWA, K.; HIRUMA, K.; NAITO, K.; KIERS, E. T. Core microbiomes for sustainable agroecosystems. **Nature Plants**, 4(5), 247-257, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0139-4>.
- VARMA, A.; VERMA, S.; SAHAY, N.; BÜTEHORN, B.; FRANKEN, P. Piriformospora indica, a cultivable plant-growth-promoting root endophyte. **Applied and Environmental Microbiology**, 65(6), 2741-2744, 1999. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.6.2741-2744>.